a ciencia cierta

NUMERO 19
15 DE AGOSTO DE 1991

Laboratorio espacial 4

Curiosidades científicas 6

Lo que usted tiene en sus manos fue un árbol. En el camino del bosque hasta el quiosco, además de perder su belleza y su olor, una parte de sus componentes fue vertida a los ríos y a los mares produciendo una contaminación considerable. La biotecnología, esa moderna varita mágica, puede solucionar el difícil problema de convertir árboles, o la paja del trigo y el papel usado, en papel nuevo, ecológico y abundante.

FOTO: MARIANO FRANCO

La aplicación de la biotecnología a la industria papelera reducirá la tala de árboles y la producción de residuos contaminantes

MENOS MADERA, MAS PAPEL

ANTONIO CALVO ROY

La importancia del papel es tal que resulta imposible pensar en el hombre sin la existencia de esas hojas en las que se envían mensajes o amenazas, se firman tratados y contratos, se escriben historias y leyendas, se declaran guerras y paces, se conciertan citas, se suspiran amores, se redactan testamentos y, además, se imprimen los periódicos. La industria del papel, sin embargo, está cada día más presionada por los ambientalistas, que ven cómo desaparecen bosques enteros y cómo la elaboración de la pasta de papel, de pulpa, contamina las aguas en proporciones alarmantes.

El consumo de papel por habitante es uno de los indicadores del bienestar social y del status socioeconómico de un país. Desde los lujosos papeles que utiliza la publicidad hasta los más suaves que componen los pañuelos, pasando por los rústicos dedicados al embalaje, los de regular calidad de los periódicos o los de arroz de los librillos de fumar, en general mayor consumo y producción significan mejor nivel de vida.

El consumo medio mundial está situado en 44 kilos por persona y año. En Estados Unidos, sin embargo, el ciudadano utiliza anualmente un promedio de 304 kilos de papel; el japonés y canadiense, 223 y el habitante de Zaire sólo 0,3 kilos. En la Comunidad Europea los extremos son Portugal y Grecia, en el mínimo, con 68 kilos, y Alemania, con 210 kilos consumidos por persona y año, en el máximo. China, el país que tiene la quinta parte de la población mundial, se sitúa en 13 kilos por persona y año.

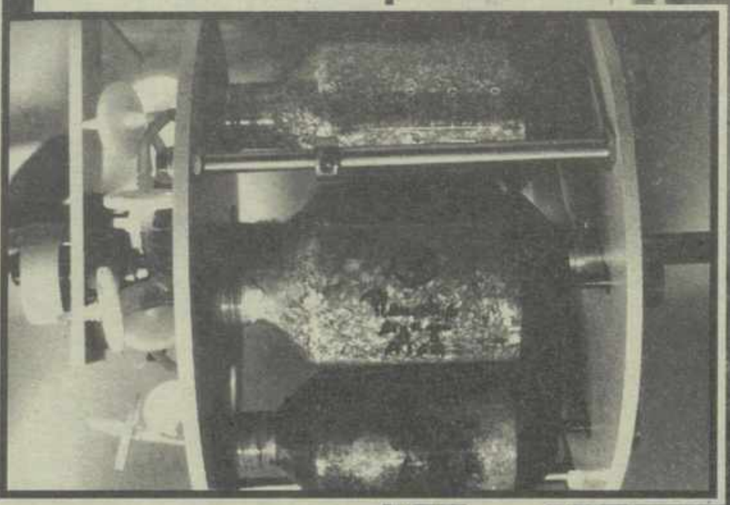
Aunque el uso de papel reciclado se va extendiendo -en 1988 supuso el 33% del total- la mayor parte de la pasta para fabricar viene directamente de los bosques. Tal y como explica Aldo González, investigador del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) del CSIC, "hay dos maneras clásicas de convertir los árboles en pasta de papel: con medios mecánicos o químicos. Los primeros consisten en machacar en molinos la celulosa hasta obtener la pasta. Los medios químicos, que pueden ser ácidos o básicos, consiguen el mismo objetivo con diferentes procedimientos. En los dos casos, los residuos son muy abundantes, sobre todo si se trata de hacer papel fino, bueno, que no sea de periódico o de embalar. El papel bueno exige que la pasta se trate con cloro, que también es muy contaminante. Nosotros estamos trabajando para conseguir pasta biológica."

La celulosa de los árboles se encuentra dentro de una especie de tubos, en el interior del tronco, que están rodeados de lignina. Para hacer el papel hay que eliminar la lignina, que es lo que le da el color oscuro, ese marrón característico. Tanto los medios mecánicos como los químicos quitan la lignina,

Sigue en página 2

M.C.D.2022

MENOS MADERA, MAS PAPEL



Fermentador de laboratorio para el crecimiento de hongos capaces de degradar la lignina de la madera

FOTOS: MARIANO FRANCO

PAPELERAS BIOLOGICAS

Las cifras referidas al consumo mundial de papel cada año pueden resultar escalofriantes si se asocian a la cantidad de árboles que es necesario talar para su producción. Aprovechar la madera degradada mediante la utilización de hongos capaces de digerir la lignina y respetar la celulosa puede ser la solución de futuro para una industria imprescindible, pero altamente contaminante.

Utilizar el papel viejo para hacer papel nuevo ahorra hasta un 40% de energía

VIENE DE PRIMERA PAGINA

pero el problema es deshacerse de los residuos. Los sistemas mecánicos, que aprovechan entre el 90% y el 95% de la madera, producen relativamente poca contaminación, pero el papel que resulta es basto. El sistema químico, que supone el 80% de la fabricación total, aprovecha peor la madera, 40-50% de rendimiento, pero el producto tiene mejor aspecto y mayor calidad mecánica, es decir, es más bonito y se rompe menos.

La lignina que vierte una papelera convencional, de las que utilizan sistemas químicos, tiene unas 12.000 unidades de color, mucho más de lo que la legislación permitirá después del uno de enero de 1993. Las pruebas de laboratorio del equipo de González ofrecen resultados de residuos con 500 unidades de color, una medida mucho menos contaminante y que, vertida en ríos o mares no produce contaminación peligrosa ni dañina.

El equipo se dedica a estudiar hongos capaces de eliminar la lignina de los troncos, pero dejando la celulosa. Este investigador chileno trabaja desde 1975 en degradación de la madera. "En el sur de Chile se utiliza el *huempe* (palabra mapuche) como forraje para los animales. Se trata de lo que en 1929 el investigador alemán Knoche llamó *palo podrido*, árboles con unos hongos que rompen la lignina y consumen muy poca celulosa. Esto ocurre allí de forma natural y se utiliza como pienso. Nosotros trabajamos con distintos hongos para conseguir que ese proceso se pueda controlar y sea útil a la industria del papel. Como el hongo no tiene intereses industriales sino que trata de vivir lo más posible, el proceso es muy lento, de años. Nosotros estamos localizando la enzima responsable de eliminar la lignina y, en el futuro, la idea es introducir el gen que sintetiza la lignina en una bacteria y hacerla trabajar".

Las experimentaciones *in vitro* no ofrecen todavía un sistema capaz de hacer el proceso, la despolimerización eficaz mediante tratamiento enzimático. "Aún no hemos conseguido desarrollar procesos de deslignificación biológica susceptibles de ser utilizados a escala industrial", dice Aldo González. Además de las dificultades relacionadas con las peculiaridades del hongo que se estudia, con el tipo de ensayos llevados a cabo y con la prisa, nunca buena consejera, el proceso no debe resultar muy caro: "a diferencia de otros procesos biotecnológicos en los que los productos obtenidos tienen un elevado valor añadido, los tratamientos aquí considerados deben realizarse con un bajo coste dada la naturaleza del producto final".

El laboratorio en el que traba-

EL ESQUELETO DE LOS ARBOLES

"La lignina", explica Aldo González, "constituye el esqueleto de los tejidos de las plantas vasculares". Se trata de un polímero amorfo formado por la unión de tres alcoholes en distintas proporciones. Este producto de la evolución, que hace que los árboles se mantengan firmes, tiende a formar cadenas muy sólidas con una gran cantidad de enlaces, por lo que resulta muy complicado deslignificar un árbol. De los tres polímeros principales que forman la madera, celulosa, hemicelulosa y lignina, está última es la responsable del amarilleo del papel y de su fragilidad. Como, por otra parte, su tratamiento es lo más complicado y lo que deja más residuos, constituye la *oveja negra* del tronco. Algunos desechos agrícolas, como la paja, pueden ser utilizados también para fabricar papel. El equipo de Aldo González trabaja también en este sentido, ya que "supone al mismo tiempo un ahorro de madera y la eliminación de un residuo". En este proyecto, cuyas líneas de investigación han sido recogidas por el programa ECLAIR, de la Comunidad Europea, colaboran grupos de seis países europeos. En España están involucrados, además del CIB, la Universidad de Alcalá de Henares, el CIEMAT y la empresa papelera Saica, que tiene la mayor producción del mundo de pasta de papel a partir de paja de cereales.

M.C.D.2022

ja Aldo González tiene, como máquinas estrellas, los fermentadores. Hay que lograr que los hongos se desarrollen en las mejores condiciones posibles ("un cambio en las condiciones de crecimiento puede hacer que crezcan de distinta manera a lo que deseamos"), por lo que es muy importante controlar todas las variables. Como los fermentadores que había en el mercado no reunían todas las condiciones, ellos mismos diseñaron uno *ad hoc*.

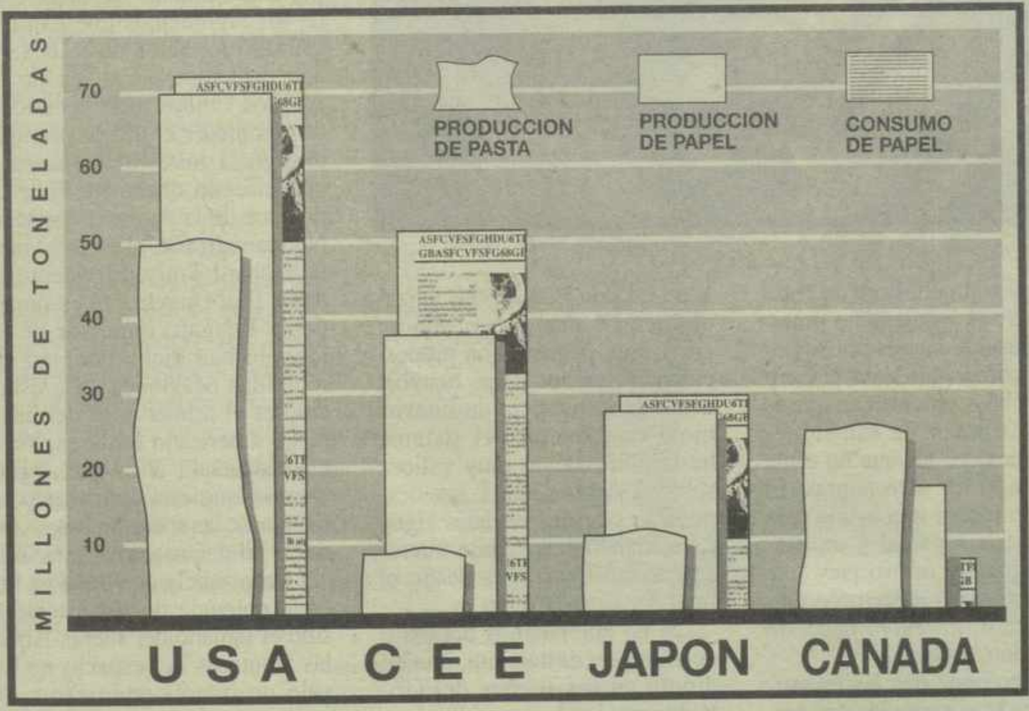
En algunas ocasiones, una diferencia incontrolable en el sistema puede hacer que el hongo que se estudia no elabore la enzima que se busca. Los procesos que se dan en la naturaleza en un plazo largo de tiempo no siempre son fáciles de repetir en los laboratorios y, por otra parte, no se conoce demasiado bien el funcionamiento de los hongos filamentosos. Es necesario, por tanto, estudiar aún más este tipo de hongos y conocer mejor la lignina tanto en plantas sanas como en las que se encuentran en estado de degradación.

Angel Martínez, que comparte el proyecto con González, es especialista en la degradación que se produce en los bosques cuando se forma el humus. Entre los dos, con un grupo de doctorandos, llevan a cabo la investigación. Las setas de cardo que están siendo estudiadas pueden resultar muy interesantes ya que se ha observado que en ellas se encuentra la enzima *ligninasa*, que es ligninolítica, es decir, que se *come* la lignina. Pero resulta que esta enzima necesita para degradar la madera agua oxigenada, que no se encuentra en forma natural. La tesis doctoral, recientemente leída, de uno de los doctorandos del laboratorio del CIB se basa, precisamente, en un proceso que podría explicar de dónde sale el agua oxigenada. Hay que encontrar todo lo que se necesita para que el proceso de la degradación de la madera se produzca de manera rápida, acabando con la lignina, pero sin dañar la celulosa.

En promedio, cada persona consume más de cuarenta kilos de papel al año

Cuando este procedimiento, u otros más o menos similares que se están investigando en distintos laboratorios de todo el mundo, esté desarrollado el hombre habrá dado otro paso más en la defensa de la naturaleza y, al mismo tiempo, en el mantenimiento de la cultura.

Teniendo en cuenta que para fabricar los 223 millones de toneladas que supone la producción mundial de papel hacen falta muchos árboles, que se originan muchos residuos contaminantes (líquidos y gaseosos) y que para fabricar cada tonelada de papel se necesitan entre 50 y 150 toneladas de agua, cualquier progreso en este campo puede resultar muy importante. Tal y como dice Lucette Flandroy en su informe sobre el papel publicado en *Biofutur*, una importante revista europea de biotecnología, "hay muchas razones para incitar a las industrias papeleras, de buen grado u obligadas, a que investiguen en innovaciones técnicas".



UN MUNDO DE PAPEL, RECICLADO

La industria del papel ocupa en la Comunidad Europea el 1% del empleo total, y supone el 5,9% de la producción de su sector manufacturero. El aumento anual, tanto en volumen como en valor, ronda el 10%. Históricamente las empresas papeleras de Europa han sido pequeñas industrias familiares, pero en el último decenio ha habido una importante reestructuración del sector, ya que se trata de mantener una posición sólida en un mercado muy competitivo. La Comunidad, segunda productora mundial de papel detrás de Estados Unidos, consume menos cantidad que Japón o Canadá. De los 227 millones de toneladas de papel producidos en todo el mundo en 1988, la CE produjo el 15,4%.

En cuanto a la necesidad de reciclar papel, ya el 3 de diciembre de 1981 la Comunidad hizo una recomendación para reutilizar papel viejo y reciclarlo. En el mundo, hoy, la tercera parte del papel que se utiliza es reciclado; se espera que, en el año 2001, lo sea 41%. El hecho de que se utilice papel viejo para hacer papel nuevo no significa sólo una ayuda en la importante cantidad de energía y de productos químicos que se utilizan con pasta virgen. Concretamente, se ahorra hasta el 40% de energía utilizando papel reciclado; un 58% de agua; la contaminación del agua es un 35% menor, mientras que la del aire se reduce en un 74%; y la fabricación necesita la décima parte de productos químicos, también contaminantes, que el papel hecho con celulosa nueva.

No todo el papel viejo, sin embargo, es susceptible de ser usado para hacer papel bueno, ya que las fibras se desgastan y pierden su resistencia. Así, los papeles blancos y mejores se reutilizan para hacer papeles buenos y los otros se destinan a la fabricación de cartones de embalaje.

Tal y como ahora se ha empezado a hacer en algunos lugares de España, separar la basura orgánica de la inorgánica, y de la misma manera que desde hace tiempo hay contenedores para recoger vidrio, es posible que dentro de poco se solicite la colaboración ciudadana para recoger papel: de periódicos, revistas, embalajes, etc. De esta manera se conseguiría un ahorro importante, tanto en la fabricación como de las materias primas.

TUBO DE ENSAYO

FUGAZ PAPANATISMO

ANTE UN ECLIPSE

PROBABLEMENTE a estas alturas del verano ya nadie se acuerda de ello, pero el pasado 11 de julio los medios de comunicación se conmovieron ante el llamado *eclipse del siglo*. Las diversas televisiones, incluida Galavisión vía satélite, retransmitieron en directo o en diferido el acontecimiento, generalmente con escasa brillantez visual y pésima documentación en los comentarios que acompañaban a las imágenes. Las emisoras de radio se hicieron igualmente eco del acontecimiento *científico* (¿?), y desde luego los periódicos salían al día siguiente con fotografías del evento en sus primeras planas. Unos días después, nada... El olvido más absoluto. Más vale así, cabría pensar, a la vista de tantas tonterías como pudimos leer y escuchar. Y sin embargo no me resisto a volver sobre la cuestión, en aras de la deseable racionalidad, desprovista del estruendo masificador de un periodismo que le da con demasiada frecuencia la espalda a la ciencia y que, en cambio, se extasía bobaliconamente ante sucesos astronómicos bastante corrientes y de escasa importancia intrínseca, como los eclipses, sea cual sea la curiosidad que siempre despiertan en unos y otros.

Ante todo, hay que recordar que todos los años se producen varios eclipses: cuatro como mínimo y siete como máximo. La periodicidad con que aparecen -cada 178 días se producen al menos un eclipse de Sol y otro de Luna, separados entre sí por 15 días- ya fue observada por los astrónomos caldeo-asirios, pero fueron los griegos quienes calcularon con precisión, hace casi tres milenios, las fechas en que se producirían los sucesivos eclipses de cada año. Por cierto, ellos fueron quienes bautizaron *eclíptica*, o sea línea de los eclipses, a la órbita terrestre alrededor del Sol. Porque, supongo que no es necesario extenderse en ello, los eclipses se producen porque la Tierra se interpone entre el Sol y la Luna (su sombra tapa al satélite, y se produce un eclipse de Luna) o bien la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, ocultando al astro momentáneamente (entonces tenemos un eclipse de Sol).

La órbita de la Luna alrededor de la Tierra forma un ángulo de unos 5 grados respecto al plano de la eclíptica. En los puntos de intersección entre las dos órbitas, llamados nodos, se producen los eclipses. Si las cosas fueran así de simples, siempre habría eclipses cada seis meses y se producirían en el mismo lugar del cielo. Pero en realidad la órbita lunar varía ligeramente su inclinación, lo que produce variaciones de las fechas de los eclipses, e incluso en algunos casos provoca un número mayor de estos fenómenos en un mismo año.

Los griegos sabían ya que los eclipses y su reparto se reproducían exactamente cada 6.585 días. Y llamaron a este período *saros*, es decir, barrido. En un saros caben exactamente 223 lunaciones, es decir, 18 años y 10 u 11 días según que haya 4 ó 5 años bisiestos en el período. Cada saros contiene en promedio 84 eclipses (varía de 78 a 94, pero eso no se supo hasta hace un siglo, cuando el austríaco Von Oppolzer publicó las circunstancias de los 13.200 eclipses que se produjeron o producirán entre el año 1207 y el año 2161), la mitad de ellos de Sol y la otra mitad de Luna. De los 42 de Sol que se dan en promedio, 14 son eclipses parciales (la Luna no llega a tapar totalmente al Sol), y 28 son totales (la Luna tapa al Sol completamente), anulares (la Luna se queda en el centro del Sol pero deja un anillo luminoso) o mixto (en unos lugares de la Tierra se ve total y en otros anular).

Los eclipses de Luna son visibles desde la mitad de la Tierra que en ese momento está en sombra (en la que es de noche). En cambio, los de Sol sólo se ven desde porciones muy pequeñas del planeta, ya que los conos de sombra y penumbra sólo barren una franja corta y estrecha de la superficie terrestre.

Todo esto, como se ve, se sabía desde hace mucho tiempo. Claro que un eclipse total de Sol es un acontecimiento allí donde se produce, porque no es un fenómeno frecuente. Aunque todos los años haya al menos dos, es raro que un mismo lugar de la Tierra vea dos eclipses totales de Sol que no estén separados por muchos años de distancia. En México se explicaba, pues, la conmoción; en España, no tanto.

Aunque a decir verdad este eclipse tenía la particularidad de ser muy largo. Unos eclipses totales son más largos que otros; el del 11 de julio duró 6 minutos y 58 segundos, que es bastante. Pero un eclipse casi igual se produjo en 1981 en Siberia, y eclipses similares o más largos se han dado ya, tan sólo en el siglo veinte, otros cinco, en los siguientes años: 1901 (6mn 30s), 1919 (6mn 48s), 1937 (7mn 6s), 1955 (7mn 8s, el más largo) y 1973 (7mn 4s). El próximo será en el año 2009, y durará 6mn 38s. O sea que el pasado 11 de julio no tuvimos en absoluto el eclipse del siglo ni nada parecido.

A pesar de todo lo que se dijo y se escribió, un eclipse total de Sol es un fenómeno banal, e incluso si dura seis minutos y medio, hay al menos seis iguales o más largos en un mismo siglo. El espectacular seguimiento que hicieron del acontecimiento los medios de comunicación ignoró de modo soberbio unos acontecimientos que la humanidad posee desde hace varios milenios. ¿Serán los periodistas actuales menos sabios que los habitantes de la Mesopotamia antigua?... La respuesta no puede ser afirmativa. Lo que ocurre es que se sustituyen unos conocimientos por otros; y ahora se sabe menos de eclipses pero más de fútbol y Marbella, por ejemplo, y dicho sea con toda inocencia. Y la cultura científica sigue brillando por su ausencia con todo esplendor.

Claro que en el fútbol, y en otras actividades deportivas o no, se gana mucho más dinero que con la ciencia astronómica. A lo mejor por eso lo uno parece más digno de mención que lo otro: poderoso caballero... Pero eso no quita para que, globalmente considerado, los medios de comunicación mostráramos un agudo papanatismo, tan fulgurante como fugaz, el pasado 11 de julio. Que conste.

MANUEL TOHARIA

M.C.D.2022

"LIBERTAD" BAJO PALABRA

La estación espacial norteamericana Freedom entrará en funcionamiento a principios del próximo siglo

La estación Freedom (libertad), el paso más importante de Estados Unidos en la marcha espacial de finales de siglo, ha recibido luz verde después de no pocos sobresaltos. El alto presupuesto, que ya no se puede justificar con fines militares en este nuevo orden, además de los fracasos acumulados, como el del Hubble o el del Challenger en 1987, aún vivo en la memoria colectiva de Estados Unidos, hicieron que el proyecto se tambaleara de manera peligrosa.

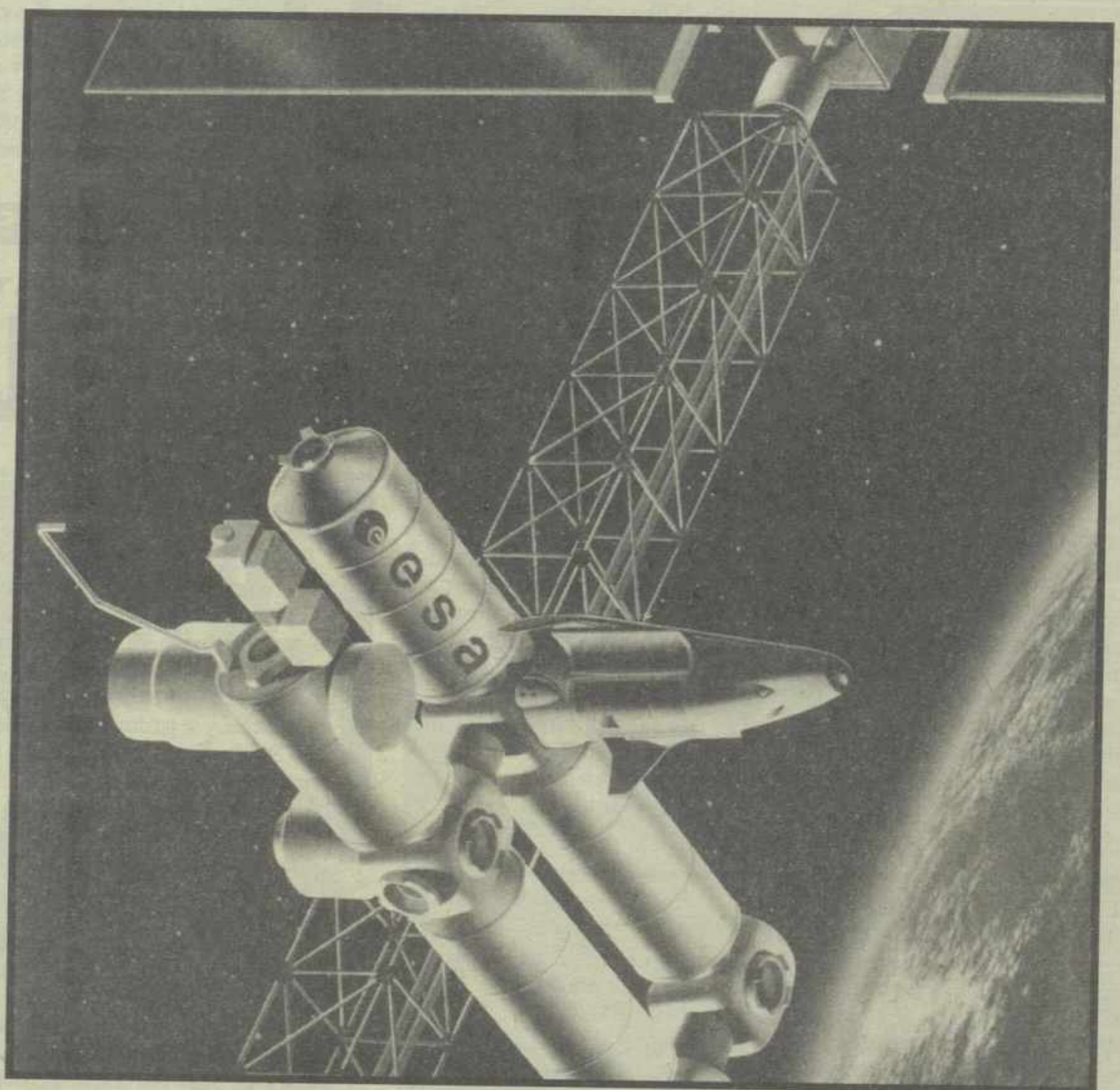


Imagen artística de la estación espacial *Columbus* a la que se asociará *Freedom*

ANTONIO CALVO ROY

El Congreso y el Senado de EEUU aprobaron recientemente el presupuesto sin el cual la estación no podría llegar a estar en funcionamiento en los primeros años del próximo siglo.

"La estación espacial no es un fin en sí misma", asegura John M. Logsdon, jefe del Instituto de Política Espacial de la Universidad George Washington. "Se trata de la base para explorar todo el sistema solar". Esa primera piedra del sólido edificio espacial que permitirá la investigación estelar será la base de operaciones para las futuras exploraciones en nuestro sistema solar. Desde *Freedom*, que estará permanente habitada y a la que se adosará el laboratorio espacial de la Agencia Europea del Espacio, saldrán las misiones hacia los confines del espacio.

La colaboración internacional entre EEUU, Europa y Japón supone también el primer paso de posibles proyectos aún más ambiciosos. Enviar seres humanos a Marte, y colonizar después todo el sistema solar está en el punto de mira, aunque no inmediato, de esta colaboración que ahora comienza. "Si queremos mandar gente a Marte, es necesario tener lista la estación", ha declarado John Logsdon a *The Scientist*. Las investigaciones sobre los problemas psicosanitarios que conlleva la larga permanencia en el espacio y las exigencias técnicas para garantizar una estancia segura serán los principales resultados de la investigación en *Freedom*, además de todo el trabajo de investigación concreto que realizan los astronautas que estén allí viviendo. *Freedom* será un gran laboratorio para hacer investigaciones y desarrollos en microgravedad, que no se pueden hacer*aquí abajo* debido al enorme coste que tiene crear microgravedad artificial en los laboratorios de la Tierra. Los desarrollos médicos de estas experiencias supondrán una ingente recopilación de datos científicos. Al mismo tiempo, el estudio del efecto de la vida en el espacio sobre los astronautas es fundamental antes de hacer viajes tripulados de larga duración, y esas investigaciones podrían hacerse en *Freedom*.

Pero no todo son parabienes ni felicitaciones por la aprobación del proyecto. Ya se han levantado algunas voces críticas, como la de Robert L. Park, de la Universidad de Maryland y director de la Sociedad Americana de Física: "Hay muchas compañías ávidas de obtener contratos para construir la Estación, pero la industria no muestra demasiado interés por su potencial comercial. Y en la ciencia, muchos coinciden en que es mejor disponer de estaciones automáticas en las que no estén estorbando los astronautas. El proyecto parece una ayuda para la industria espacial y un desproporcionado centro para que los astronautas jueguen con gravedad cero. *Freedom* nace sin una misión concreta".

Park propone que las investigaciones sean como las que realiza la sonda *Pioneer 11*, lanzada hace 18 años y que, con un coste muy pequeño, ha proporcionado muchos datos nuevos, desde la existencia de nuevas lunas en planetas del sistema hasta información muy valiosa sobre el viento solar. Y que después de casi dos décadas sigue funcionando y enviando interesantes informaciones desde el final del sistema solar.

"Si no aprendemos del éxito de *Pioneer*, gastaremos mucho dinero en los sueños del Gobierno enviando improductivos hombres al espacio". Pero es que, además de las razones científicas, tanto la base de investigación como el desarrollo que exige tener allí la estación permanentemente habitada, uno de los argumentos que han esgrimido los jefes de la NASA ante el Congreso y el Senado de Estados Unidos es la necesidad de "mantener el liderazgo mundial en la investigación espacial", según declaró a *Time* el director de la Agencia Espacial Norteamericana, el ex astronauta Richard Truly. El vicepresidente Dan Quayle y el ex presidente Reagan, impulsor de la idea, lo han dicho también en repetidas ocasiones. "La estación es el primer paso del liderazgo americano en la exploración espacial". Y es que, según Quayle, que está escribiendo, o firmando, las frases más apasionadas en defensa de la estación, "la importancia de *Freedom* no es la potencia de sus circuitos sino el tamaño del sueño. Abrir las fronteras del espacio no es sólo un interés americano, es nuestro destino".

UN PROYECTO MULTIMILLONARIO Y POLEMICO

El presupuesto de la estación *Freedom*, 30.000 millones de dólares, unos tres billones de pesetas, es el más alto para un programa científico en EEUU en los próximos dos decenios. También es el programa que emplea más científicos e ingenieros y el que más llama la atención del público norteamericano. De toda maneras y aunque es muy alta, esa cifra es la que ha calculado la NASA. El gobierno de Estados Unidos asegura que *Freedom* no bajará de los cuatro billones de pesetas, por lo que ya se habla de un *agujero negro* presupuestario.

Para que el proyecto recibiera el dinero y contase con luz verde fue necesario *hacer mucho lobby* en el Congreso y en el Senado, según cuentan las crónicas. Jean Marie Lutton, director general de la Agencia Europea del Espacio, ESA, y su homólogo japonés se han dejado ver en Washington para hacer presión. La ESA ha gastado ya cerca de cien millones de pesetas en contribuciones a este proyecto internacional que lidera Estados Unidos. El ambicioso programa *Columbus*, compuesto por la nave *Hermes*, la estación polar y el laboratorio que se adosará a *Freedom*, es demasiado importante para la ESA como para no poner toda la carne en el asador y procurar que los otros no se retiren. Incluida la amenaza, o el farol, de seguir en solitario si EEUU se retira, acompañado de la no menos virulenta advertencia de Japón, que aseguró que se retiraría de otros *grandes* proyectos científicos multimillonarios, como superconductividad y el superacelerador si los norteamericanos se echaban atrás en la estación espacial.

El proyecto *Freedom* ha sido polémico desde el principio. Las ocho horas de debate parlamentario no son más que una muestra de meses de controversia entre la Agencia Espacial Norteamericana, NASA, y el Centro de Estudios Espaciales, dependiente del National Research Council. Este organismo sostiene que la estación no está justificada en términos científicos. Entre "un trampolín en el espacio" (y por tanto una puerta abierta para otras investigaciones) o un programa que hará que la NASA "se meriende a sí misma" (al obtener el presupuesto a expensas de otros programas), sus señorías se decidieron por *Freedom* con una diferencia de 67 votos. Pese a los doscientos mil millones de pesetas anuales que recibirá la NASA, o más bien precisamente por ellos, los programas que no estén relacionados directamente con *Freedom* no verán sus presupuestos incrementados en los próximos años, lo que en la práctica significa una reducción de ingresos. Por ejemplo el proyecto en colaboración con la ESA CRAF/Cassini, una nave que debería encontrarse con el asteroide Cassini en los alrededores de Saturno, podría ser suspendido.

M.C.D.2022

Gloria y miseria paleontológica

En los últimos meses dos acontecimientos, radicalmente opuestos, han colvulsionado a la comunidad científica paleontológica: el descubrimiento del fabuloso fraude del indio Viswa Jit Gupta y la rehabilitación científica, con todos los honores, del investigador francés Jacques Deprat, fallecido en 1935.

El pasado 10 de junio la asamblea general de la Sociedad Geológica de Francia tomo la decisión, por unanimidad, de rehabilitar a título póstumo a Deprat, separado de su cargo en 1920 por haberse *inventado* la existencia de unos fósiles en una zona que según el conocimiento geológico de la época no podían estar allí. Unos meses antes, en febrero, Gupta mostraba la otra cara de la moneda al ser suspendido de todas sus funciones en la Universidad de Pendjab por el fabuloso engaño que durante cerca de dos décadas ha trastornado la geología internacional.

La fama y el prestigio científico de Jacques Deprat empezó a cimentarse con la publicación de su tesis doctoral sobre la geología de la isla de Eubea (Grecia).

A los venticinco años era el geólogo vivo más célebre de su generación. En 1908 embarcó hacia Indochina, entoces parte del imperio colonial francés, y allí desarrolló una incansable labor recolectando y describiendo miles de fósiles, entre los que, para su asombro, encontró diversos *Trinucleus ornatus*, una especie netamente europea. En aquella época nadie había vislumbrado la teoría de la deriva continental y existía un consenso generalizado respecto a las llamadas *provincias paleontológicas*. Sus colegas reaccionaron violentamente y en junio de 1919 se constituyó un tribunal de honor que le acusó de fraude.

Dos años más tarde Deprat fue expulsado del servicio geológico con una indemnización de tres meses de salario.

A partir de aquel momento, el científico, sumido en la amargura de la injusticia y rodeado del desprecio de sus antiguos admiradores, dedicó su vida a escribir novelas de éxito bajo el seudónimo de Herbert Wild y a la práctica de su afición favorita, el montañismo. Un accidente durante una escalada acabó con su vida en 1935.

La historia de V. J. Gupta se sitúa al otro lado del espejo. A partir de 1965 comenzó a publicar los primeros de sus más de 400 trabajos geológicos sobre la fauna fósil del Himalaya que, aceptados por personalidades mundiales de máxima reputación, han conducido a graves errores en la datación geológica de la zona. Durante años Gupta tuvo acceso a zonas de Nepal bajo estricto control militar a las que no podían acceder sus colegas.

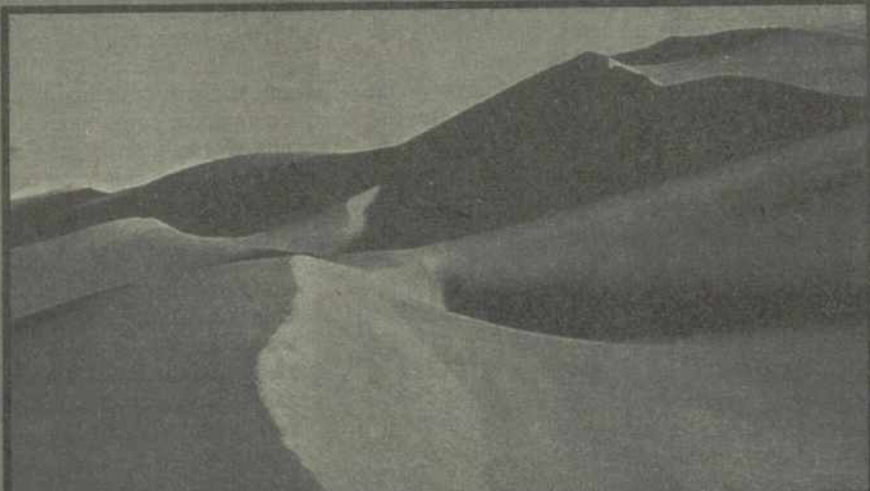
Allí colocaba los fósiles procedentes del área del Magreb africano que compraba en tiendas especializadas de París y Nueva York. Las pistas que evidenciaban el fraude fueron seguidas con espíritu entre científico y detectivesco por el paleontólogo australiano John Talent durante una larga década; en abril de 1989 publicó sus conclusiones en la revista *Nature* e inmediatamente la Universidad de Pendjab puso en marcha una comisión de encuesta que concluyó con el más absoluto desprecio del indio.

Marie-Jeanne Husset, directora de la revista francesa *Sciences et Avenir*, reflexiona sobre el fondo de ambos *affaires* para concluir: "Gupta, Deprat. Historias de hombres. En un caso y en el otro la moral de la ciencia, finalmente, ha triunfado".

Materiales en microgravedad

El centro nacional de estudios espaciales francés y sus equivalentes soviéticos *Glavcosmos* y *Splav* han suscrito un acuerdo de diez años para la elaboración de materiales en el espacio. Este compromiso continúa otras iniciativas de comercialización de cohetes soviéticos para los países miembros de la Agencia Espacial Europea (ESA).

El primer ensayo se realizará en abril de 1993. Consistirá en el estudio de la influencia de los campos magnéticos sobre el crecimiento de cristales de germanio en condiciones de microgravedad. Las experiencias se harán en cápsulas recuperables del tipo *Photon* y en las *Nika-T*, ahora en proyecto.



AGUA PARA AFRICA

Después de diez años de trabajo, el mapa de recursos hidrológicos subterráneos del continente africano está a punto de ver la luz. El resultado final del proyecto, en el que han participado cuarenta países africanos, junto a Alemania, Francia, Suecia y Yugoslavia, serán cinco mapas a escala 1/5.000.000. La iniciativa se inscribe dentro del programa de cartografía y teledetección de la Organización de Unidad Africana (OUA) con el apoyo de la UNESCO y su objetivo es el de proporcionar una alternativa a la explotación común de recursos hídricos de los que tan necesitada se encuentra la mayoría de los países de la zona.

M.C.D.2022

Gran cantidad de misterios han durado siglos, pero finalmente se les ha encontrado una explicación, dice Richard Dawkins. Pero numerosos hechos científicos que ya han sido explicados todavía nos sorprenden. Algunos pueden incluirse en el capitulo de las curiosidades: una mejor imagen del cuervo, las maravillas de la cáscara de huevo o los aspectos positivos de la temible araña viuda negra. Sin olvidar todas las peculiaridades del organismo humano: insomnios, tartamudeos, la visión, el olfato y la calefacción central de nuestro propio cuerpo.

Algunos fenómenos de la naturaleza, aunque ya han sido explicados por la ciencia, resultan sorprendentes

CURIOSIDADES CIENTIFICAS

MANUEL CALVO HERNANDO

El cuervo, esposo y padre ejemplar

El cuervo no tiene buena fama, quizá porque la gente observó que estas aves se reúnen donde hay cadáveres. La verdad es que ello obedece a que tiene un apetito tan voraz y un estómago tan a prueba de bomba, que puede comer cualquier cosa, incluso carroña. Hoy sabemos que el cuervo es una de las aves que vuela con más gracia y que puede aprender a vivir con los seres humanos. Cuando se une a una hembra es para toda la vida y contribuye como la madre a alimentar a las crías. Los cuervos son muy traviesos, eso sí, y tienen la costumbre de llevarse todo objeto que les llame la atención para esconderlo.

Ventanas invisibles

Doce mil ventanas invisibles hay en cada cáscara de huevo. Ningún huevo está herméticamente cerrado, ya que ello le impediría intercambiar con el medio externo gas carbónico y vapor de agua por oxígeno durante la formación del pollo. En cuanto a su forma, parece ser que no se debe a un capricho muscular de las aves. Desde los huevos apenas visibles de los mosquitos hasta el gigantesco de los avestruces, con cuyo contenido se podrían preparar nueve desayunos, todos ellos utilizan *aire acondicionado*, a través de sus porosidades, que siempre son en forma de triángulos, sin que sepamos por qué.

Veneno de araña para la medicina

El veneno de una araña pariente de la famosa *viuda negra* puede matar a un caballo o a un camello, y es también peligroso para los seres humanos. Científicos de Uzbekistán (URSS) estudian cómo utilizar este veneno para extraer del cuerpo humano las sustancias tóxicas que proceden no sólo del exterior, sino también de microorganismos o de células enfermas, o que salen de tejidos debido a grandes quemaduras, o incluso de intoxicaciones mortales como el botulismo.

El misterio de la arcilla

Paradójicamente, la arcilla, que sirvió como medio de expresión a las comunidades de Mesopotamia en el sexto milenio antes de Cristo, sigue siendo un material privilegiado, ya que constituye la base de los chips, bloques de silicio infinitamente pequeños que han revolucionado nuestra vida cotidiana de modo análogo a como la cambiaron los grandes descubrimientos de la humanidad: el fuego, la palanca, la rueda, la pólvora, la imprenta. Hoy el microchip y mañana el fotón -también abundantísimo en la naturaleza-, están llamados a provocar una especie de revolución copernicana de valores y de actitudes.

Aspectos fantásticos del cuerpo humano

Problemas para dormir. Si tiene problemas para dormir, cuidado con lo que come. Cuando hay carencia o exceso de algunos minerales se presentan dificultades en el sueño. Cuando hay escasez de cobre, por ejemplo, resulta difícil conciliar el sueño y, si al fin se consigue, puede ser demasiado corto. Mucho aluminio, o mucho hierro, hacen que uno se despierte de noche con más frecuencia.

Tartamudez. Los resultados de un estudio publicados en la Revista Fisiológica de la URSS pueden ayudarnos a ser más tolerantes y aprender a tratar correctamente a los tartamudos. La mayoría de ellos oyen con el oído derecho mucho mejor que con el izquierdo, especialmente sobre un fondo de ruido. Se trata de una leve alteración de los hemisferios cerebrales. No es casual que suelan ser tartamudos los niños zurdos, a quienes les enseñan por la fuerza a escribir con la mano derecha.

Precisiones del ojo. Los ojos son un filtro natural de la luz, una especie de *ventanas* de nuestro cuerpo. La nariz es un laboratorio donde se combaten gérmenes y partículas.

Nuestros cerebros han sido desarrollados por la selección natural para evaluar la probabilidad y el riesgo, del mismo modo que nuestros ojos han sido construidos para evaluar las longitudes de onda electromagnéticas. Todas las partes funcionales del ojo cooperan de un modo realmente increíble: el cristalino con su transparencia clara, su corrección de color, y su corrección de la aberración esférica; los músculos que pueden enfocar instantáneamente la lente del cristalino sobre cualquier objetivo situado entre unos centímetros y el infinito.

Vienen luego el diafragma del iris, o mecanismo de reducción de luz, que ajusta finalmente la apertura de una manera continuada, como una cámara con un medidor de luz construido en su interior y un ordenador rápido con un propósito especial; la retina, con sus 125 millones de fotocélulas codificadas para los colores; la fina red de vasos sanguíneos, que nutre cada parte de esta máquina; la red aún más fina de nervios, el equivalente de los cables de conexión y de los chips electrónicos.

Calefacción central regulable. La invención de una calefacción central regulable en un amplio campo es uno de los logros más grandiosos de la evolución de los vertebrados, afirma el divulgador científico alemán Vitus B. Dröscher. Frente a los animales a quienes antes, de modo inexacto, se les llamaba de sangre fría, y cuya temperatura corporal es una especie de pelota con la que juega la temperatura ambiental, nuestra calefacción central mantiene constantemente las fuerzas vitales a una temperatura de funcionamiento óptima. ¿Cómo lo consigue?. Para disponer de una calefacción central, tanto en la vivienda como en el cuerpo humano, se necesitan una calefacción, un termostato y elementos de distribución. La calefacción del cuerpo se compone de trillones de minúsculas *estufas*, representadas por células, con su correspondiente calor de combustión, producto de su metabolismo. En cuanto al termostato, es una combinación de nervios en el hipotálamo, zona del cerebro que controla además muchas actividades musculares y glandulares involuntarias.

No existe en el mundo ninguna instalación climatizadora dirigida electrónicamente que sea capaz de mantener una temperatura tan uniforme y exacta como la que consigue la *calefacción central* natural del cuerpo humano.

500 sustancias en el aroma del café. Pero en ciertos aspectos, en comparación con los animales, los seres humanos somos elementales y deficitarios. No podemos imaginar lo que ocurriría si tuviéramos la capacidad de salto de una pulga o la fuerza de un piojo, que puede transportar durante un minuto un peso equivalente al suyo propio multiplicado por 2.000, o la capacidad de las hormigas para convertirse en pequeñas estufas vivientes en beneficio de sus compañeras. Un ejemplo de estas deficiencias es el sentido del olfato. Ciertos perros adiestrados son capaces de reconocer, en un congénere, el olor de una persona que meses antes le había tocado durante sólo dos segundos. El perro, como otros animales, vive en un universo olfativo del que los seres humanos estamos excluidos, quizá porque no nos hace falta o quizá porque lo tuvimos en otras épocas de la evolución y lo perdimos.

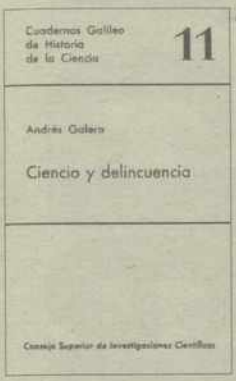
Existe un auténtico lenguaje de los olores. Unas 500 sustancias volátiles se encuentran asociadas con el aroma del café, aunque no existe ningún componente individual que sea la causa de este olor. Y se han descubierto más de 200 compuestos que poseen olor a nueces.

Bibliografía asequible

- Richard Dawkins: *El relojero ciego*. Labor.
- Vitus B. Dröscher: *La magia de los sentidos en el reino animal*. Planeta.
- Karl R. Popper y John C. Eccles: *El yo y su cerebro*. Labor.

M.C.D.2022

libros



Ciencia y delincuencia

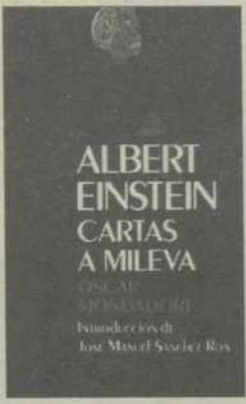
Andrés Galera. *Edita CSIC*

Este apretado volumen de los *Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia* es en realidad un curioso estudio sobre algunas de las teorías médicas que en el siglo pasado relacionaban delito y naturaleza. Se trataba entonces de hacer una antropología positivista del criminal: su carácter, sus rasgos, su aspecto físico delataban a aquel que estaba al margen de la sociedad. Con capítulos especialmente atractivos -como el dedicado a César Lombroso, verdadero padre de este concepto forense, o aquel que relata cómo algunos estudiaban el terrorismo anarquista del XIX desde la patología y la etnología, nada menos- lo más destacable del libro es su descripción del caso español: todos los intentos de sistematizar el estudio de estas disciplinas, de fundar revistas o instituciones especializadas que se perdían siempre con la desidia y el abandono.

Palabras de un hombre de ciencia

Pierre Aigrain. *Fondo de Cultura Económica*

La electrónica, la biotecnología y las neurociencias, las ciencias físicas o las nuevas tecnologías son algunos de los contenidos de las entrevistas mantenidas entre el físico francés Aigrain y el presidente de la editorial Hermann, Pierre Berès, que ahora aparecen publicadas en este libro. Sin orden riguroso y sin la profundidad que a veces sería necesaria, el volumen tiene, sin embargo, un valor esencial: presenta un panorama completo de la vida de los científicos y del ambiente que les rodea, ilustrada con numerosas anécdotas y enriquecida con las reflexiones personales de un protagonista del cambio científico y el desarrollo de nuestros días.



Cartas a Mileva

Albert Einstein. *Editorial Mondadori*

Algo más de un siglo después del nacimiento del científico y premio Nobel Albert Einstein, un grupo de prestigiosos físicos e historiadores inició la recopilación de sus escritos, documentos y correspondencia con el ánimo de su publicación. Este libro es el resumen del primer tomo surgido de aquel esfuerzo y recoge las 51 cartas que el físico y su futura esposa, Mileva Maric, se escribieron durante los años comprendidos entre 1897 y 1902. A través de ellas se han descubierto muchas anécdotas biográficas hasta entonces desconocidas y se han encontrado las claves de algunas de sus contribuciones a la Física. La intimidad de su contenido puede romper algunos mitos ya que, como señala José Manuel Sánchez Ron, historiador de la ciencia español y autor de la introducción del libro, "Einstein se nos muestra como una persona algo vulgar en el aspecto humano". En cualquier caso, una forma distinta y atractiva de acercarse a un *genio*.

entrelíneas

"Nuestra literatura picaresca compone un copioso legado antropológico particularmente rico en el estudio de la figura del delincuente"

Andrés Galera

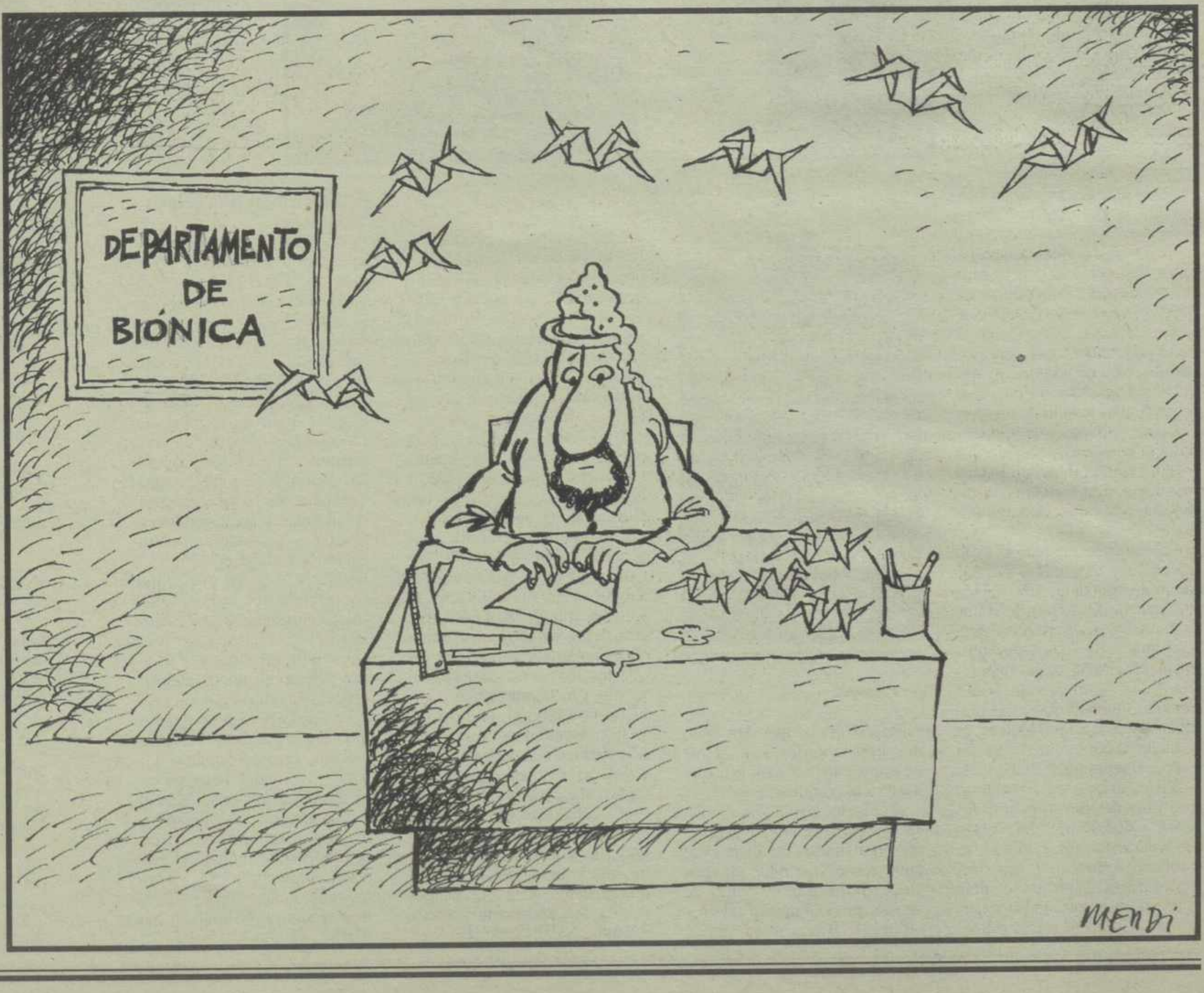
"Lo fundamental en la existencia de un hombre de mi especie estriba en qué piensa y cómo piensa, y no en lo que haga o sufra"

Albert Einstein

"No es posible convencer a los opositores de una nueva teoría: ellos acaban por morir"

Pierre Aigrain

EL HUMOR DE MENDI



M.C.D.2022

a ciencia cierta

Fernando Silió

Exito científico a costa de estrés

RAQUEL HORNA

Campus del CSIC, Madrid. En un pequeño despacho del Centro de Investigaciones Biológicas, Fernando Silió, casi sepultado entre un *caos* de libros, papeles y pequeños frasquitos de fármacos, contesta con parsimonia el insistente *ring, ring, ring* del teléfono. Recibe tantas llamadas de sus colaboradores, inquiriendo los *ingredientes* de tal o cual compuesto, que se asemeja más a un ejecutivo que a un investigador. De hecho, está sometido a tanto estrés que, a sus 64 años, ya ha padecido dos conatos de angina de pecho.

El aparente desorden y abandono de la estancia contrasta con la rapidez con que Silió encuentra cualquier papel que busque, dirigiendo sus manos directamente donde éste se ubique: la última carpeta del más variopinto montón de objetos en un extremo de la mesa, o el archivador instalado sobre la silla cercana. El sabe dónde tiene cada cosa.

La habitación contigua es su laboratorio. Allí, entre cientos de inyectables y diversos aparatos, en un rincón, una caja de galletas. "Es que a veces estoy encerrado, trabajando, hasta diez horas diarias -explica-, y claro, he llegado a comer aquí".

Parafraseando aquello del *ratón de biblioteca*, se podría decir que Fernando Silió es un *ratón de laboratorio*. "Sí. Me temo que lo soy", afirma. "Como científico siempre he procurado seguir aquella máxima de Albert Szent-Györgyi (Premio Nobel de Medicina en los años cincuenta) que decía: mira lo que todo el mundo ve, y piensa lo que a nadie se le ocurre".

El secreto del éxito para Fernando Silió es adquirir lo que él llama una cultura *en chincheta:* saber mucho de un tema (la parte afilada de la chincheta) y a la vez disponer de una cultura amplia (la base), lo cual permite relacionar conocimientos con una visión interdisciplinar.

"Siempre he buscado el éxito científico, alcanzar las metas de lo desconocido, y he dejado de lado la obtención de status social -señala -, pero reconozco que una de las cosas que últimamente me ha hecho más feliz ha sido ingresar como miembro numerario en la Academia de Ciencias Médicas de Cantabria, por lo que supone de reconocimiento personal".

Silió, doctor en Farmacia, profesor de investigación del CSIC y descubridor del *Factor de Tolerancia a la Glucosa,* se propuso conseguir logros importantes a largo plazo, más que pequeños resultados inmediatos. Como él mismo dice, "sembré olivos, que dan fruto después de varios años, y me negué a cultivar sandías, que nacen a los cuatro meses".

FOTO: MARIANO FRANCO

Fernando Silió

"Admiro el señorío y la humanidad que he encontrado en indios indigentes de Ecuador

Precisamente el *Factor de Tolerancia a la Glucosa*, obtenido por síntesis química, es el tema con el que tiene prevista su participación, este mes de agosto, en el Congreso Internacional de Bioquímica que se celebra en Jerusalén, Israel.

"Aparte de eso, el estudio sobre la longevidad en Vilcabamba, un pueblecito pobre y rural, al sur de Ecuador, donde la gente vive hasta los 130 años en plena posesión de sus capacidades físicas y mentales, es de lo más interesante que he hecho en mi vida".

Silió visitó Vilcabamba para traerse muestras de suelo, agua y alimentos. Y, tras los pertinentes análisis, llegó a la conclusión de que aquella gente vivía tantos años gracias a las concentraciones óptimas de cobalto y de otros minerales que subyacen en su suelo, en tan sólo un área de 10 kilómetros cuadrados, y que se traspasan a los alimentos vegetales, de los que los longevos -"no viejos, ya que son hombres con completa vida laboral, incluso sexual"- se nutren exclusivamente: plátanos, raíz de yuca, maíz, frijol, papaya, maracuyá, naranjas, mandarinas y café.

"El cobalto regula funciones clave del organismo -afirma Silió-. Hay por lo menos tres zonas en el mundo donde se sabe que existen unos niveles paupérrimos de este mineral: Nueva Zelanda, Natal (Suráfrica) y en la reserva de los indios *pima*, en Arizona, USA. Allí, por la ausencia de cobalto, la gente se muere de *diabetes obesa*".

"¿Qué cómo está de cobalto el subsuelo español? Pues resulta difícil precisarlo porque no hay ningún estudio hecho al respecto. De todas formas, no creo que estemos muy mal..."

Silió es un entusiasta de la Biogeoquímica, la ciencia que estudia la aparición o ausencia de ciertas enfermedades según cuál sea la composición mineral del suelo. "Por ejemplo, el cáncer de esófago está ligado a la deficiencia de molibdeno; la enfermedad de Keshan (inexistente en España), por la cual niños menores de cinco años se mueren de dolencias cardiovasculares, al bajo nivel de selenio; el cáncer de piel está relacionado con la acumulación de arsénico; el cáncer de riñón, con la acumulación de plomo; y así con otras patologías".

"En gran parte se podría restablecer el equilibrio metabólico en muchas enfermedades degenerativas -añade-, con suplementos minerales y vitamínicos".

Actualmente, Fernando Silió investiga el mecanismo de acción de ciertos fármacos aplicados a tumores malignos. Pero como hasta los *locos por la ciencia* tienen vacaciones, este investigador, de raíces cántabras pero nacido en Valladolid, va a dar carpetazo por unos días a los análisis y se irá de veraneo a algún lugar del norte español con sus hijos y su mujer, María Teresa, "la persona que mejor me ha sabido aguantar personal y profesionalmente -ella es ayudante de investigación y trabaja en el mismo laboratorio-". Su prole, que comprende dos chicas y dos chicos entre los 22 y 27 años, le ve como una persona poco convencional; "creo - dice- que valoran en mí la independencia y la falta de prejuicios".

Fernando Silió se define como "una mezcla de socialdemócrata, cristiano, anarco y liberal". Reconoce tener un carácter fuerte, con mucho genio, y dice admirar "la calidad humana y el señorío que he encontrado entre indios indigentes ecuatorianos". "¿Qué a qué me refiero con *señorío*? Pues a la elegancia espiritual; lo que tenían esos indios".

COMITE ASESOR
Julio Abramczyk, Armando Albert, Adlai Amor, Michel André, Carmen de Andrés, James Cornell, Miguel Delibes, Pierre Fayard, Francisco García Cabrerizo, José María López Piñero, José María Maravall, Biel Mesquida, Emilio Muñoz, Luis Oro, Regina Revilla, María Luisa Rodríguez Sala, Eugenio Triana, Hendrik Van der Loos, Martín F. Yriart

COMITE DE REDACCION
Manuel Calvo Hernando, Miguel Angel Quintanilla, Manuel Toharia

DIRECTOR EDITORIAL
Miguel Angel Almodóvar

COORDINACION
Fátima Rojas

DIRECTOR DE ARTE
Luis Felipe Santamaría

SECRETARIA REDACCION
Pilar Arrieta

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Serrano,117
28006 Madrid
Tel: 585 51 17. Fax: 261 68 50

Con la colaboración de la
Dirección General de Política Tecnológica
Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

EDITA
Aliso España S.L.
Eloy Gonzalo, 36. 1º B
Tel. 91/ 593 44 03. Fax 91/593 42 29
28010 Madrid

M.C.D.2022